

# Lawrence Berkeley National Laboratory



# EHS 0470

## General Employee Radiological Training

*PUB-3152*

*This work was supported by the U.S. Department of Energy under Contract No. DE-AC02-05CH11231. Lawrence Berkeley National Laboratory is an equal opportunity employer.*

# EHS 0470

## Entrenamiento General para Empleados de Radiología

This is the pdf version of the General Employee Radiological Training (GERT).

After reading this document, please use the link at the end to receive course credit.

If you need assistance, please contact EHSS Training (510) 495-2228, or email [ehs\\_training@lbl.gov](mailto:ehs_training@lbl.gov)

EHSS Training Revision November 2012

*PUB-3152*

*Este trabajo fue apoyado por el Departamento de Energia de Estados Unidos bajo contrato*

*No. DE-AC02-05CH11231.*

*Lawrence Berkeley National Laboratory es un empleador que ofrece igualdad de oportunidades.*

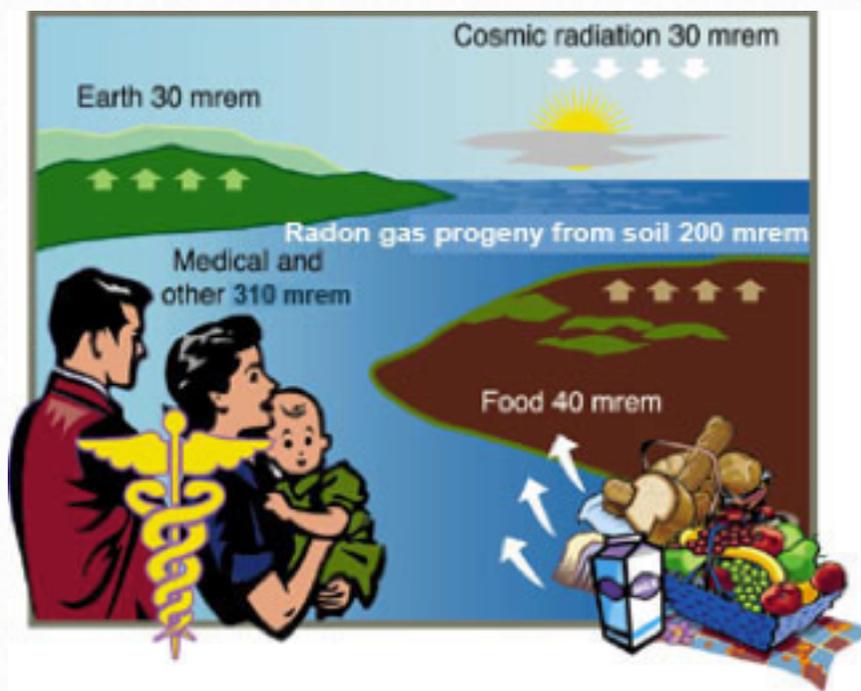
# Introduction

Una variedad de materiales radiactivos y máquinas que producen radiación, tales como máquinas de rayos X, dispositivos de rayos de electrones y aceleradores, se utilizan para investigaciones en Berkeley Lab. Los reglamentos del Departamento de Energía (DOE) exigen que, para asegurar que los empleados y los huéspedes están conscientes de los peligros potenciales asociados con estas actividades, se debe completar como mínimo una capacitación general para todos los empleados de radiológica (GERT) antes de empezar a trabajar con materiales radiactivos, las máquinas que producen radiación, o el acceso sin escolta a las zonas de control señaladas. Las regulaciones también requieren que un empleado complete un entrenamiento adicional para el trabajador radiológico antes de realizar tareas sin escolta de trabajo como trabajador radiológico. Un trabajador radiológico se define por 10CFR835 como un empleado general cuyo trabajo o asignación involucra la operación de dispositivos productores de radiación, el trabajo con materiales radiactivos, o que es probable que sea rutinariamente sea expuesto más allá de 0,1 rem (0,001 sievert) por año de dosis efectiva total.

Esta capacitación proporciona conocimientos iniciales de seguridad radiológica para todo el personal como parte de la orientación de nuevos empleados. Las personas que han completado GERT podrán acompañar a visitantes no capacitados a las áreas controladas con las que están familiarizados. La escolta es responsable de garantizar que el visitante inexperto cumpla con todos los requisitos de seguridad aplicables de radiación. Esta capacitación también ofrece información general sobre la radiación, sus riesgos, los controles que Berkeley Lab implementa para garantizar la seguridad de los trabajadores y el medio ambiente, y los derechos de cada individuo y sus responsabilidades. Para obtener información específica acerca de su área de trabajo póngase en contacto con su Supervisor, Coordinador de Seguridad de División, o con la División del Medio Ambiente, Salud y Seguridad.

## ¿Qué es la Radiación y de Donde Viene?

El tipo de radiación a la que se refiere este entrenamiento es la radiación ionizante, partículas invisibles u ondas de energía emitidas por átomos radiactivos o dispositivos generadores de radiación. La radiación no ionizante (por ejemplo, la luz láser y la radiación de microondas) presenta riesgos muy diferentes y se controla a través del Programa Radiación No Ionizante (véase EH & S PUB-3000 para obtener información adicional). Los tipos comunes de radiación ionizante son alfa, beta, neutrones, rayos X y radiación gamma. Algunos átomos radiactivos (por ejemplo, el uranio-238 y el torio-232) son naturales, mientras que otros (por ejemplo, el plutonio-239 y yodo-131) son hechos por el hombre. Si la energía de la radiación se deposita en una persona, él o ella recibe una dosis de radiación. Las dosis de radiación se miden en milirems (mrem) o rems. Mil milirems equivalen a un rem (1.000 mrem = 1 rem). La unidad internacional para la dosis de radiación, sievert (Sv) o millisievert (mSv), también se pueden usar.



a radiación de fondo es la radiación de nuestro entorno natural. Todo el mundo está expuesto a una cierta cantidad de radiación de fondo. Esta exposición proviene principalmente de los rayos cósmicos y el material radiactivo en la tierra (como el uranio-238), la ingestión de radionucleidos naturales en los alimentos (como el potasio-40), y la inhalación de descendientes del radón gas (en particular, el alfa de corta duración emisores). En los Estados Unidos, la dosis de radiación de fondo

promedio es de 310 mrem / año (3,1 mSv / año) a partir de fuentes de origen natural. El Bay Area tiene

una dosis promedio ligeramente más baja de aproximadamente 200 mrem /año (2 mSv /año) por parte de fuentes naturales, ya que los niveles de radón son más bajos aquí.

Fuentes manufacturadas aportan una dosis de radiación de entorno adicional de aproxi-

madamente 310 mrem / año (3,1 mSv / año). De esta cantidad, aproximadamente 300 mrem (3.0 mSv) es de procedimientos médicos (por ejemplo, rayos X, tomografías y pruebas de diagnóstico). Los productos de consumo, tales como fertilizantes, linternas, detectores de humo, y cerámica vidriada con uranio contribuyen aproximadamente 13 mrem / año (0,13 mSv / año). La lluvia radioactiva que está presente en nuestro entorno contribuye con menos del 1 mrem / año (0,01 mSv / año).

## Límites de Dosis Ocupacionales

En el curso de su trabajo, algunas personas pueden recibir una exposición que supere los niveles del entorno. El Departamento de Energía (DOE) supervisa cuidadosamente estos niveles en todas sus instalaciones y establece límites de las dosis aceptables. Los límites DOE anuales de dosis de cuerpo completo de exposición radiológica ocupacional en Berkeley Lab se muestran en la Tabla 1. Los límites incluyen dosis tanto de fuentes internas como externas. Estos límites son, además de la dosis media de entorno de 200 mrem / año (2mSv/año) y no incluyen exposición a fuentes médicas.

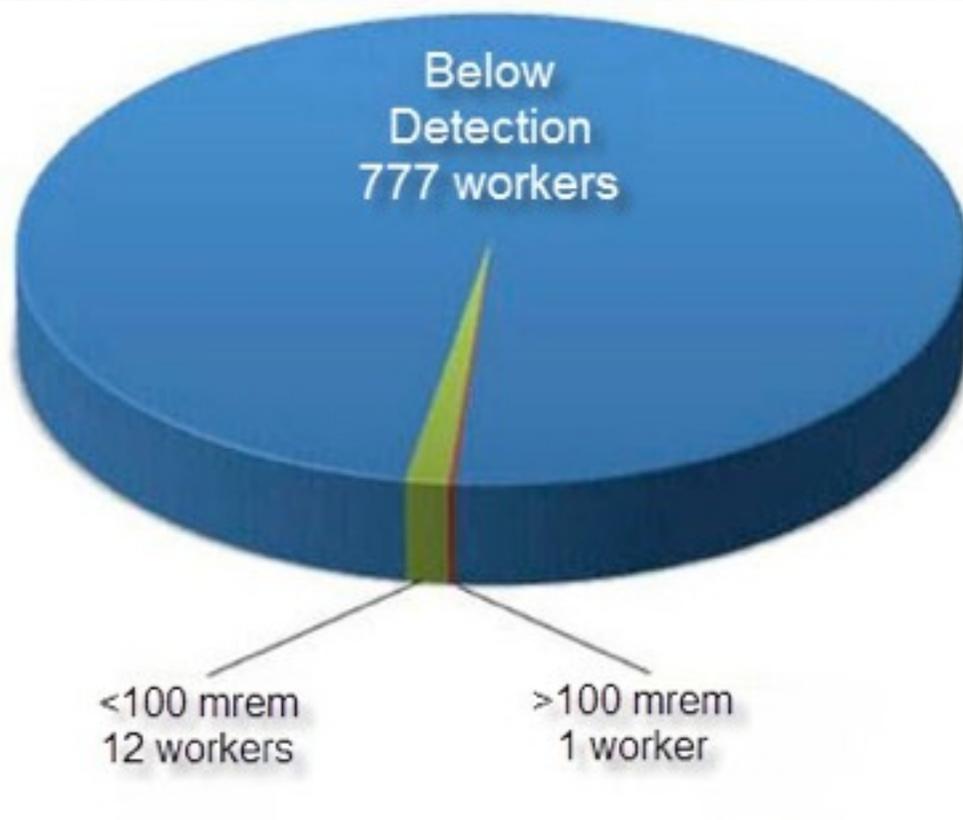
**Table 1. Berkeley Lab Annual Occupational Dose Limits.**

<i>Group</i>	<i>Dose limit (mrem/yr)</i>
LBNL radiological worker	5000 (50 mSv)
Embryo-fetus of a radiological worker	500 (5 mSv)**
Minors, members of the public, and general employees*	100 (1 mSv)

\*The internal guideline for general employees is more restrictive than the DOE limit.

\*\* 500 mrem/gestation

Berkeley Lab se esfuerza por mantener las dosis de radiación de los trabajadores, el público y el medio ambiente al nivel más bajo como razonablemente sea posible (ALARA) y por debajo de los límites de dosis anuales fijadas por el DOE. Como muestra la Figura 2, Berkeley Lab ha tenido mucho éxito en mantener las exposiciones de radiación ALARA.



In 2010, 99 percent of all personnel monitored received no measurable occupational radiation exposure. This exposure distribution is typical at Berkeley Lab. For a perspective Table 2 shows the average doses received by workers in other occupations.

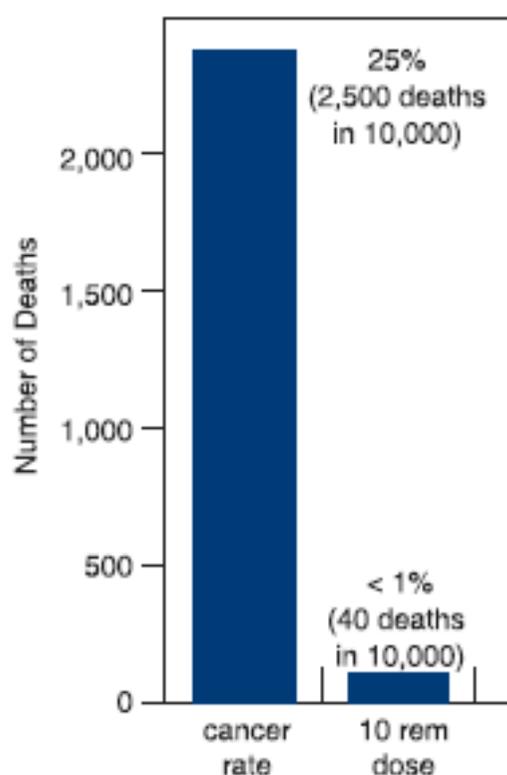
**Table 2. Average Annual Occupational Radiation.**

Occupation	Approximate Exposure (mrem/yr)
Airline flight crew member	500 (5 mSv)
Nuclear power plant worker	310 (3.1 mSv)
Medical personnel	70 (0.7 mSv)

### Riesgos Asociados con Exposición a la Radiación

El principal riesgo de exposición a la radiación ocupacional es un aumento de riesgo de cáncer. La cantidad de riesgo depende de la cantidad de dosis de radiación recibida, el

tiempo durante el cual se recibe la dosis, y las partes expuestas del cuerpo. Los científicos postulan que la exposición a bajos niveles de radiación puede aumentar el riesgo de cáncer, sin embargo los estudios médicos no han demostrado efectos adversos para la salud en personas expuestas a pequeñas dosis de radiación crónica (es decir, hasta 10.000 mrem [0.1 Sv] arriba del entorno). El aumento del riesgo de cáncer por exposición a radiación ocupacional es pequeño cuando se compara con la tasa de cáncer promedio en la sociedad de hoy. El riesgo actual de morir de cualquier tipo de cáncer en los Estados Unidos es de aproximadamente 25 por ciento (ver Figura 3). Si una persona al recibir, durante toda la vida, una dosis de radiación acumulada de 10.000 mrem (0,1 Sv) a todo su cuerpo (por arriba del entorno), su riesgo estimado de morir de cáncer aumentaría a 25.4 por ciento.



**Figure 3. Estimated Cancer Risks to a population of 10,000.**

## Protección del Embrión-Feto

Aunque dichos efectos de la exposición a la radiación no han sido observados en seres humanos, el embrión-feto se sabe que es más sensible a la radiación que los adultos. Por lo tanto, las trabajadoras radiológicas que están embarazadas, sospechan que están embarazadas, o están planeando un embarazo, pueden notificar al Departamento de Servicios de Salud del Laboratorio (510-486-6266) tan pronto como sea posible. El Departamento de Servicios de Salud se encargará de evaluar el lugar de trabajo para ver si existen posibles riesgos para el embrión-feto. (Si se desea, esta evaluación puede ser de carácter confidencial.) La modificación del lugar de trabajo o de tareas no suele ser necesario porque el 99 por ciento de todo el personal de Berkeley Lab que se monitorean reciben dosis de radiación consistentes con los niveles del entorno. Berkeley Lab no puede dar esta consideración especial hasta que el embarazo sea declarado.



Para obtener información adicional acerca de los efectos de la radiación y otros agentes tóxicos en la reproducción humana, véase Riesgos Laborales a la Salud Reproductiva. Este folleto está disponible por parte de Servicios de Salud.

## Monitoreando la Exposición a la Radiación

Para asegurarse de que las exposiciones sean tan bajas como sea razonablemente posible (ALARA), Berkeley Lab monitorea a muchos de sus trabajadores para determinar la exposición real recibida. La mayoría de estos individuos son monitoreados por radiación externa o penetrante y llevan dosímetros para medir sus exposiciones. Un dosímetro es un dispositivo que se porta como una credencial y mide la dosis de radiación que una persona recibe de fuentes externas. En este momento, alrededor de una cuarta parte del personal de Berkeley Lab rutinariamente portan dosímetros. Los dosímetros son intercambiados y las dosis de radiación se miden mensualmente o trimestralmente por el Laboratorio

de Dosimetría. Su supervisor podrá decirle si usted debe estar en este programa. Incluso si usted no está obligado a llevar un dosímetro para su área de trabajo, se pueden poner a su disposición. Si usted desea un dosímetro, póngase en contacto con el Laboratorio de Dosimetría al 510-486-7497 para hacer los arreglos necesarios. El tipo de dosímetro utilizado rutinariamente en Berkeley Lab es un dosímetro luminiscente estimulado ópticamente (OSL) (ver Figura 4).

Los OSLs contienen cristales que absorben energía cuando se expone a la radiación ionizante. Es útil para una amplia gama de campos de radiación penetrante encontrados en Berkeley Lab, incluyendo beta, gamma y rayos X. Los trabajadores que necesitan ser monitoreados por exposición a radiación de neutrones se les otorga adicionalmente un dosímetro CR-39-track-etch.

Además:

- Si un trabajador recibe una dosis de radiación en cualquier momento durante el año, un informe de la dosis de radiación se enviará al trabajador al final del ciclo de intercambio.
- Un trabajador puede solicitar un informe de exposición a la terminación de su empleo.
- En cualquier momento que LBNL debe reportar una exposición al DOE, el individuo también recibirá el informe.
- Cualquiera que haya usado un dosímetro en Berkeley Lab puede obtener una copia de su reporte de dosis por medio de una petición al Laboratorio de Dosimetría o a través de internet en <https://ehswprod.lbl.gov/Rems/Login.asp>.

Algunos trabajadores radiológicos también son monitoreados para las dosis internas. Una persona puede recibir una dosis interna a través de la ingestión o inhalación de



**Figure 4. Optically Stimulated Luminescence Dosimeter**

materiales radiactivos. Este control normalmente se centra en pocos individuos que rutinariamente manejan materiales radiactivos dispersables. Los niveles de dosis se evalúan midiendo la radiactividad excretada por el cuerpo o mediante la medición de la radiación emitida desde el interior del cuerpo. Dosis positivas internas se le reportan al individuo y se incluyen en su registro de dosimetría personal, al igual que las dosis externas registradas por los OSLs.

## **Controles de Seguridad de Radiación**

Antes de permitir cualquier tipo de trabajo radiológico, debe ser cuidadosamente revisado y aprobado por el Grupo de Protección Radiológica. Las autorizaciones que describen el trabajo, riesgos, controles y evaluaciones son formalmente implementadas para asegurar que todo el trabajo se realiza de forma segura. Los roles y responsabilidades de cada individuo se asignan específicamente durante este proceso. Para obtener más información, consulte el capítulo 21 de PUB-3000 (Manual de Salud y Seguridad de Berkeley Lab). Los dos tipos principales de controles de seguridad radiológica que se utilizan en Berkeley Lab son de tipo fabricado y de tipo administrativo. Controles fabricados- tales como blindaje, interbloques, ventilación, alarmas, señales de advertencia, y material de contención -son los medios principales de control. Los controles administrativos - tales como señalamientos, procedimientos de dosimetría y entrenamiento – complementan a los controles fabricados. Todo el trabajo se planificó con el objetivo de mantener las exposiciones ALARA. Las siguientes técnicas en particular son utilizadas por todos los trabajadores de radiológica:

- Minimizar el tiempo de exposición a fuentes de radiación.
- Maximizar la distancia de las fuentes de radiación. El nivel de radiación disminuye significativamente a medida que uno se aleja de la fuente.
- Emplear adecuada protección entre usted y la fuente de radiación. Para algunas fuentes, una barrera de plástico es apropiada, para otras, una placa de plomo es utilizada.

## Señalamientos de Radiación

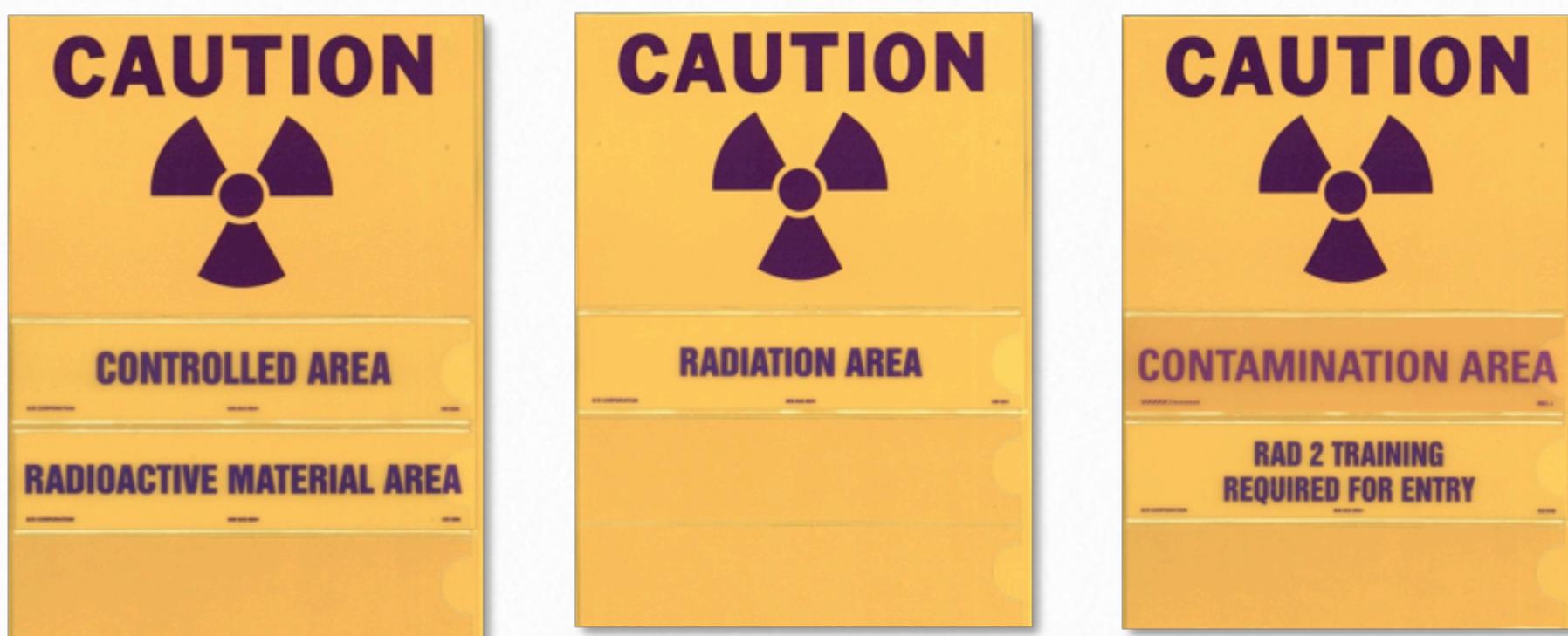
Uno de los componentes más importantes del programa de seguridad de Berkeley Lab es la colocación de señalamientos de advertencia en las zonas que están controladas con fines de seguridad de radiación. Estos señalamientos alertan al personal sobre los riesgos potenciales de la radiación en estas áreas. Todas las señales de peligro por radiación pueden ser reconocidas por el símbolo de radiación tipo trébol y puede ser amarillo y negro o amarillo y magenta. Las personas que han completado el entrenamiento GERT están autorizadas a entrar en las zonas controladas sin escolta. Las zonas controladas sirven como una advertencia que indica que hay riesgos radiológicos en los alrededores, tales como material radiológico o máquinas que producen radiación. El área dentro de la zona controlada donde se manipula el material radiactivo o donde existe un campo de radiación puede contar con un señalamiento adicional de color amarillo y negro o amarillo y magenta, con el símbolo de radiación tipo trébol. Las personas deben consultar con personal autorizado para trabajar en esas áreas antes de entrar.

Figura 5. Señalamiento de Área Controlada



Entrenamiento adicional es requerido antes de la manipulación de material radiactivo, objetos potencialmente contaminados, o trabajar en un área que no sea señalada como un "área controlada". Todo el material radiactivo debe mantenerse dentro de una zona claramente designada y, en la mayoría de los casos, dentro de un área señalada como Área de Material Radiactivo. La Figura 6 muestra ejemplos de diversos señalamientos radiológicos. Si usted no entiende un señalamiento, NO CRUCE sus límites. Consulte a su supervisor o póngase en contacto con el Grupo de Protección Radiológica (510-486-7652).

Figura 6. Varios Señalamientos Radiológicos



### **Materiales Radiactivos / Máquinas Productoras de Radiación**

**Todas las adquisiciones, manipulación, transferencia e uso de materiales radiactivos o equipos productores de radiación deben ser autorizados por un permiso de trabajo aprobado por el Grupo de Protección Radiológica, que detalla las actividades de trabajo, los lugares, y el personal autorizado. El capítulo 21 de PUB-3000 proporciona reglas detalladas para trabajar con materiales radiactivos. Todo el envío o la recepción de equipo o material radiactivo debe ser realizado por el Grupo de Protección Radiológica.**

## **Responsabilidades del Empleado/Visitantes**

Usted es responsable de hacer su trabajo de forma segura. Debe comprender todos los riesgos y controles asociados con su trabajo. Si usted tiene preocupaciones de seguridad, consulte con su supervisor o personal de División de EH & S antes de comenzar el trabajo. Es posible que necesite entrenamiento radiológico adicional antes de realizar el trabajo. Consulte a su supervisor o póngase en contacto con el Grupo de Protección Radiológica. Si usted es un supervisor o gerente, usted es responsable de proporcionar un ambiente de trabajo seguro y de asegurarse que los requerimientos de PUB-3000 se aplican a los trabajadores que están bajo su supervisión. Si usted es un visitante, usted es responsable de obedecer todas las señalamientos, de asistir a la capacitación requerida, y de informar cualquier condición insegura a sus anfitriones.

### **Bibliografía y Referencias**

1. Consejo Nacional de Mediciones y Protección Radiológica (NCRP), exposición a la radiación ionizante de la población de los Estados Unidos, Informe 160, Bethesda, MD, 2006.
2. EE.UU. Departamento de Energía "Protección Radiológica Ocupacional, la Regla Final," Código de Regulaciones Federales, Título 10, Parte 835, 1 de enero de 2008.
3. El Consejo Nacional de Investigación de los Efectos Biológicos de la Radiación Ionizante,  
Efectos de la Salud a la Exposición de Bajos Niveles de Radiación Ionizante, BEIR V, Washington, DC, 1990.
4. Sociedad de Físicos de Salud, Riesgos de Radiación en Perspectiva, Declaración de Posición, 2004.

5. EE.UU. Comisión de Regulación Nuclear, Instrucción sobre Riesgos de Exposición a Radiación Ocupacional, Guía Reguladora 8.29, Rev. 1, NRC, Washington, DC, febrero de 1996.
6. Sociedad Americana del Cáncer, Hechos y Datos del Cáncer 2007, Atlanta, GA, 2007.
7. Consejo Internacional de Protección Radiológica (ICRP), Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica, Publicación 60, Oxford, Inglaterra, 1990.

### **Otras Fuentes de Información**

Manual de Salud y Seguridad de LBNL, PUB-3000 (<http://www.lbl.gov/ehs/pub3000/>) Página de internet de la División EH&S (<http://www.lbl.gov/ehs/>)

Grupo de Protección Radiológica

510-486-7652

510-486-7277

(Asistencia RPG urgente las 24 horas)

Laboratorio de Dosimetría

510-486-7497

---

## **Obtenga Créditos del Curso**

Haga clic en el enlace de abajo (o copie y pegue en su navegador) para acceder la página web utilizada para conceder créditos por esta capacitación. Ingrese usando su información LDAP. Si usted no tiene un login LDAP, seleccione Non-LDAP, y proporcione la información requerida, incluyendo su ID de su tarjeta de identificación LBNL (si se le ha proporcionado a usted).

<https://ehswprod.lbl.gov/coursebuilder/course/exam.aspx?cid=134&sid=1749>